

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-004593

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

H02P 7/29
B62D 5/04

(21)Application number : 09-167863

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 11.06.1997

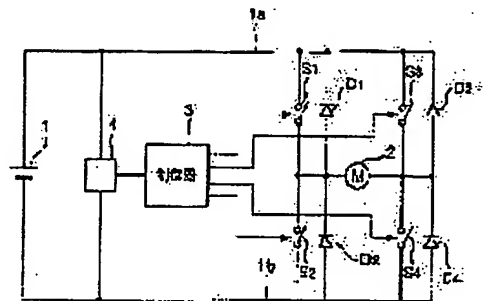
(72)Inventor : KAWASUJI YASUFUMI

(54) MOTOR DRIVE BRIDGE CIRCUIT CONTROLLER, ELECTRIC POWER STEERING CONTROLLER, AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent semiconductor switching element from breaking and provide a compact controller for a bridge circuit even though the amount of a change (dV/dt) of a voltage applied to a semiconductor switching element of a bridge circuit increases during the rise of power supply voltage.

SOLUTION: In a motor drive bridge circuit controller equipped with an electric motor 2, semiconductor switch means S1 to S4 for switching the power supply voltage and applying it to the electric motor 2, a bridge circuit constituted by diodes D1 to D4 respectively connected in parallel to these switch means, and a controller 3 for controlling the speed of rotation of the electric motor by controlling the time width for turning on and the time width for turning off each semiconductor switch means S1 to S4, a power supply voltage detecting means 4 for detecting the power supply voltage is added; and the controller 3 stops the switching of respective semiconductor switch means S1 to S4 and maintains the predetermined ON state and OFF state and retains the flywheel current via one of the diodes D1 to D4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-4593

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 2 P 7/29

H 0 2 P 7/29

C

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-167863

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月11日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 川筋 康文

神奈川県平塚市四之宮2597 株式会社小松

製作所電子システム事業部内

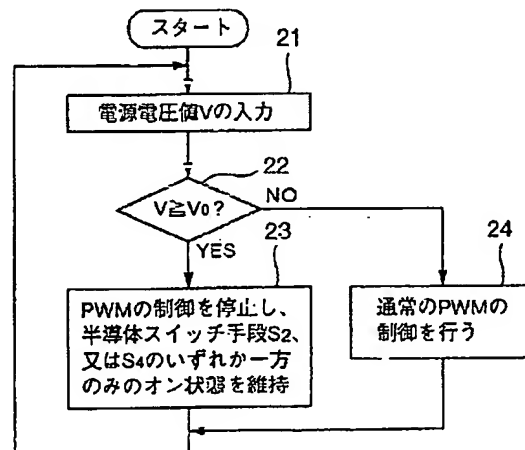
(74) 代理人 井理士 橋爪 良彦

(54) 【発明の名称】 モータ駆動ブリッジ回路制御装置、電気式パワーステアリング制御装置、及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 電源電圧の上昇時にブリッジ回路の半導体スイッチング素子の印加電圧変化量 (dV/dt) が大きくなっても半導体スイッチング素子の破損を防止し、かつ、ブリッジ回路の制御装置の小型化を図る。

【解決手段】 電動モータと、電源電圧をスイッチングして電動モータに印加する半導体スイッチ手段 $S1 \sim S4$ とこの各スイッチ手段に並列にそれぞれ接続されたダイオード $D1 \sim D4$ とによって構成されたブリッジ回路と、各半導体スイッチ手段 $S1 \sim S4$ をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御して電動モータの回転速度を制御する制御器3とを備えたモータ駆動ブリッジ回路制御装置において、電源電圧を検出する電源電圧検出手段4を付設すると共に、前記制御器3は、検出された電圧値が所定値以上となったときに、各半導体スイッチ手段 $S1 \sim S4$ のスイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を維持し、ダイオード $D1 \sim D4$ の内いずれか1つを経由したフライホイール電流を保持する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動モータと、電源電圧をスイッチングしてこの電動モータに印加する半導体スイッチ手段S1～S4と各スイッチ手段S1～S4に並列にそれぞれ接続されたフライホイール用のダイオードD1～D4とによって構成されたブリッジ回路と、このブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御して前記電動モータの回転の速度を制御する制御器3とを備えたモータ駆動ブリッジ回路制御装置において、

前記ブリッジ回路に印加される電源電圧を検出する電源電圧検出手段4を付設すると共に、

前記制御器3は、この電源電圧検出手段4によって検出された電圧値が所定値以上となったときに、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を維持し、前記ダイオードD1～D4の内いずれか1つを経由したフライホイール電流を保持することを特徴とするモータ駆動ブリッジ回路制御装置。

【請求項2】 車両の操舵軸を回転駆動するステアリング駆動モータ2と、バッテリー1からの電源電圧をスイッチングしてこのステアリング駆動モータ2に印加する半導体スイッチ手段S1～S4と各スイッチ手段S1～S4に並列にそれぞれ接続されたフライホイール用のダイオードD1～D4とによって構成されたブリッジ回路と、ステアリングハンドルの操作回転角に基づいて、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御してステアリング駆動モータ2の回転の速度を制御する制御器3とを備え、前記ステアリングハンドルの操作をアシストする電気式パワーステアリング制御装置において、

前記ブリッジ回路に印加されるバッテリー1からの電源電圧を検出する電源電圧検出手段4を付設すると共に、前記制御器3は、この電源電圧検出手段4によって検出された電圧値が所定値以上となったときに、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を維持し、前記ダイオードD1～D4の内いずれか1つを経由したフライホイール電流を保持することを特徴とする電気式パワーステアリング制御装置。

【請求項3】 ブリッジ回路を構成する半導体スイッチ手段S1～S4とフライホイール用のダイオードD1～D4とによって電源電圧をスイッチングして電動モータに印加し、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御して前記電動モータの回転速度を制御するモータ駆動ブリッジ回路制御方法において、

前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4に印加される電圧の変化量(dV/dt)が所定値以上となったときに、この変化量(dV/dt)が所定の許容値以下になる

ように各半導体スイッチ手段S1～S4のオン時間幅及びオフ時間幅を制御することを特徴とするモータ駆動ブリッジ回路制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動モータを駆動するブリッジ回路の制御装置に関し、特に、フォークリフト等の産業車両のステアリングをアシストするステアリング駆動モータを駆動するブリッジ回路を備えた電気式パワーステアリング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電動モータを駆動する場合、パワートランジスタ等のスイッチング素子により構成されたブリッジ回路で電源電圧をスイッチングして電動モータに印加する制御方法が広く用いられている。例えばフォークリフト等の産業車両においては、運転者のステアリングハンドルの操作力を電動モータ等で補助（いわゆる、アシスト）してステアリングの操作性を向上させた電気式パワーステアリング制御装置が広く採用されている。この電気式パワーステアリング制御装置は、通常、車両の駆動輪の操舵軸及びステアリングハンドルを回転駆動するステアリング駆動モータに車載バッテリーからの電圧をスイッチングして印加するパワー回路を有している。

【0003】図4は、このパワー回路の一般的な構成図を示している。同図において、車載バッテリーであるバッテリー1は、例えばパワートランジスタ等のパワー半導体素子からなる半導体スイッチ手段S1～S4により構成されたブリッジ回路に電源電圧を印加している。また、例えばDCサーボモータ等からなるステアリング駆動モータ2は、図示しないギア列を介して産業車両の駆動輪を操舵すると共に、ステアリングハンドル（図示せず）を回転駆動している。半導体スイッチ手段S1～S4はいわゆるH型ブリッジ回路を構成しており、このH型ブリッジ回路の中央部に上記ステアリング駆動モータ2が接続されている。さらに、各半導体スイッチ手段S1～S4には、フライホイール用のダイオードD1～D4がそれぞれ並列に逆バイアス方向に接続されている。そして、各半導体スイッチ手段S1～S4は図示しない制御器に接続されている。この制御器は、前記ステアリングハンドルの回転角度、回転トルク及び車速等の信号を入力し、これらの入力信号に基づいて各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を求めてPWM（いわゆるパルス幅変調）の制御指令信号を出力し、これによってステアリング駆動モータ2の回転の速度を制御している。

【0004】上記のようなブリッジ回路において、ステアリング駆動モータ2を回転駆動する際には、各半導体スイッチ手段S1～S4は例えば下記のようにスイッチングされる。例えばステアリング駆動モータ2を右回転

させるときは、図5に示すように、半導体スイッチ手段S4を常時オンさせ、半導体スイッチ手段S2、S3を常時オフさせると共に、半導体スイッチ手段S1のオン時間幅及びオフ時間幅を交互に繰り返して制御する。半導体スイッチ手段S1がオフのときには、ダイオードD2を経由してステアリング駆動モータ2のフライホイール電流が流れる。また、ステアリング駆動モータ2を左回転させるときは、図6に示すように、半導体スイッチ手段S2を常時オンさせ、半導体スイッチ手段S1、S4を常時オフさせると共に、半導体スイッチ手段S3のオン時間幅及びオフ時間幅を交互に繰り返して制御する。半導体スイッチ手段S3がオフのときには、ダイオードD4を経由してフライホイール電流が流れる。これによって、ステアリング駆動モータ2の駆動電流の方向及び大きさが制御される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来のH型ブリッジ回路では、半導体スイッチ手段S2、S4には非常に大きな印加電圧の変化が発生している。すなわち、例えば半導体スイッチ手段S2のステアリング駆動モータ2側の端子には、図5(1)の場合はバッテリー1の電源電圧が印加され、図5(2)の場合はダイオードD2を流れるフライホイール電流によるダイオード順電圧分の電圧降下約0.6Vが印加される。フォークリフト等の産業車両の場合、バッテリー1の電圧は通常48Vであるが、産業車両の稼働中には走行モータ駆動のためのスイッチング電流等の影響によってバッテリー1の電圧が大きく変動する。ここで、電源電圧が上昇して例えば50Vになったと仮定し、さらに、上記の半導体スイッチ手段S1～S4の各スイッチング時間が例えば1μsであるとする、このときの半導体スイッチ手段S2の印加電圧の単時間当たりの変化量は約50.6mV/secとなる。前述のようにバッテリー1の電圧がさらに上昇すると、この変化量は非常に大きくなる。ここで、各半導体スイッチ手段への印加電圧の単時間当たりの変化量を半導体スイッチング素子の変化量 dV/dt と呼ぶとすると、一般的に、この変化量 dV/dt が非常に大きいときには、半導体スイッチング素子に大電流が流れ、半導体スイッチング素子が破壊される場合がある。これによって、上記ブリッジ回路において、半導体スイッチ手段S2、S4が電源電圧の変動により破壊するという問題が発生する。

【0006】また、この電源電圧の変動による破壊を防止するためには、上記各半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチング時間を長くせざるを得なくなり、これによって半導体スイッチ手段S1～S4での消費電力が大きくなって発熱量が増大する。この結果、半導体スイッチ手段S1～S4の大型化、及び放熱装置の大型化を招き、電気式パワーステアリング制御装置自体やモータ駆動ブリッジ回路制御装置自体を小型化できないという問

題も発生している。

【0007】本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、電源電圧の上昇によりブリッジ回路の半導体スイッチング素子の印加電圧の変化量(dV/dt)が大きくなったときの半導体スイッチング素子の破壊を防止でき、かつ、小型化が図れるモータ駆動ブリッジ回路制御装置、電気式パワーステアリング制御装置、及びその制御方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、電動モータと、電源電圧をスイッチングしてこの電動モータに印加する半導体スイッチ手段S1～S4と各スイッチ手段S1～S4に並列にそれぞれ接続されたフライホイール用のダイオードD1～D4とによって構成されたブリッジ回路と、このブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御して前記電動モータの回転の速度を制御する制御器3とを備えたモータ駆動ブリッジ回路制御装置において、前記ブリッジ回路に印加される電源電圧を検出する電源電圧検出手段4を付設すると共に、前記制御器3は、この電源電圧検出手段4によって検出された電圧値が所定値以上となったときに、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を維持し、前記ダイオードD1～D4の内いずれか1つを経由したフライホイール電流を保持する構成としている。

【0009】請求項1に記載の発明によると、電源電圧を検出する電源電圧検出手段を設け、制御器はこの電源電圧検出手段が検出した電圧値を常時監視し、この電圧値が所定値以上となったときに、ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段のPWMの制御を停止させ、所定のオン状態及びオフ状態を維持する。このPWM制御の停止の間、電動モータの駆動電流はフライホイール電流を流すダイオードを経由して保持される。これによって、電源電圧が変動して大きくなった場合でも、半導体スイッチ手段の印加電圧の変化量(dV/dt)が所定の許容値以上に大きくならないので、半導体スイッチ手段の破壊を防止することができる。また、スイッチング時間を長くすることなく半導体スイッチ手段をスイッチングできるので、半導体スイッチ手段の発熱量が小さくなり、よって半導体スイッチ手段の小型化、及び放熱装置の小型化が可能となる。この結果、モータ駆動ブリッジ回路の制御装置の耐久性向上及び小型化を図ることができる。

【0010】請求項2に記載の発明は、車両の操舵軸を回転駆動するステアリング駆動モータ2と、バッテリー1からの電源電圧をスイッチングしてこのステアリング駆動モータ2に印加する半導体スイッチ手段S1～S4と各スイッチ手段S1～S4に並列にそれぞれ接続されたフライホイール用のダイオードD1～D4とによって

構成されたブリッジ回路と、ステアリングハンドルの操作回転角に基づいて、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御してステアリング駆動モータ2の回転の速度を制御する制御器3とを備え、前記ステアリングハンドルの操作をアシストする電気式パワーステアリング制御装置において、前記ブリッジ回路に印加されるバッテリー1からの電源電圧を検出する電源電圧検出手段4を付設すると共に、前記制御器3は、この電源電圧検出手段4によって検出された電圧値が所定値以上となったときに、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を維持し、前記ダイオードD1～D4の内いずれか1つを経由したフライホイール電流を保持する構成としている。

【0011】請求項2に記載の発明によると、バッテリーの電圧値を検出する電源電圧検出手段を設け、制御器はこの電源電圧検出手段が検出した電圧値を常時監視し、この電圧値が所定値以上となったときに、ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段のPWMの制御を停止させ、所定のオン状態及びオフ状態を維持する。このPWM制御の停止の間、ステアリング駆動モータの駆動電流はフライホイール電流を流すダイオードを経由して保持される。これによって、バッテリー電圧が変動して大きくなった場合でも、半導体スイッチ手段の印加電圧の変化量(dV/dt)が所定の許容値以上に大きくならないので、半導体スイッチ手段の破損を防止することができる。また、スイッチング時間を長くすることなく半導体スイッチ手段のスイッチングを制御できるので、半導体スイッチ手段の発熱量が小さくなり、よって半導体スイッチ手段の小型化、及び放熱装置の小型化が可能となる。この結果、電気式パワーステアリング制御装置の耐久性向上及び小型化を図ることができる。

【0012】請求項3に記載の発明は、ブリッジ回路を構成する半導体スイッチ手段S1～S4とフライホイール用のダイオードD1～D4とによって電源電圧をスイッチングして電動モータに印加し、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4をオンする時間幅及びオフする時間幅を制御して前記電動モータの回転速度を制御するモータ駆動ブリッジ回路制御方法において、前記ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段S1～S4に印加される電圧の変化量(dV/dt)が所定値以上となったときに、この変化量(dV/dt)が所定の許容値以下になるように各半導体スイッチ手段S1～S4のオン時間幅及びオフ時間幅を制御する方法としている。

【0013】請求項3に記載の発明によると、ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段に印加される電圧の変化量(dV/dt)が所定値以上になったとき、各半導体スイッチ手段のオン時間幅及びオフ時間幅を制御して、この変化量(dV/dt)が所定の許容値以下になるようにする。

すなわち、スイッチングを停止して所定のオン状態及びオフ状態を所定期間維持することにより、変化量(dV/dt)が所定の許容値以下に抑えられる。なお、この印加電圧の変化量(dV/dt)は、例えば、スイッチング時間、及び各半導体スイッチ手段に印加されるオン時の電圧とオフ時の電圧との差電圧値に基づいて求めることができる。このスイッチング停止の期間、電動モータの駆動電流はフライホイール電流を流すダイオードを経由して保持される。これによって、例えば電源電圧が大きくなった場合でも、半導体スイッチ手段の変化量(dV/dt)が所定の許容値以上に大きくならないので、半導体スイッチ手段の破損を防止することができる。また、スイッチング時間を遅くすることなく半導体スイッチ手段をスイッチングできるので、半導体スイッチ手段の発熱量が小さくなり、よって半導体スイッチ手段の小型化、及び放熱装置の小型化が可能となる。この結果、モータ駆動ブリッジ回路制御装置(例えば、電気式パワーステアリング制御装置等)の耐久性向上及び小型化を図ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して実施形態を説明する。なお、以下では、モータ駆動ブリッジ回路制御装置の例として電気式パワーステアリング制御装置を説明する。図1は、電気式パワーステアリング制御装置の構成図を示している。同図において、バッテリー1は車載バッテリー電源であり、バッテリー1の両出力端子間には、この電源の電圧を検出する電源電圧検出手段4が接続されている。そして、この電源電圧検出手段4が検出した電圧値は後述の制御器3に入力されている。また、ステアリング駆動モータ2は例えばサーボモータ等からなり、所定のギア列(図示せず)を介して産業車両等の駆動輪を操舵すると共に、ステアリングハンドル(図示せず)を回転駆動している。

【0015】また、半導体スイッチ手段S1～S4は例えばパワートランジスタ等のパワー半導体素子からなるスイッチ手段であり、本実施形態ではいわゆるH型ブリッジ回路を構成し、このH型ブリッジ回路の中央部に前記ステアリング駆動モータ2が接続されている。このH型ブリッジ回路の正負の電源ライン1a、1bには、バッテリー1の出力電圧が印加されている。さらに、各半導体スイッチ手段S1～S4には、それぞれダイオードD1～D4が並列に逆バイアス方向に接続されている。

【0016】制御器3は例えばマイクロコンピュータ等を主体としたコンピュータ装置により構成されており、各半導体スイッチ手段S1～S4をスイッチングする時間のパルス幅をPWMにより制御している。この制御器3は、図示しないステアリングハンドルの操舵時の回転角度、回転トルク及び車速等の信号を入力し、これらの入力信号に基づいて各半導体スイッチ手段S1～S4のオン時間幅及びオフ時間幅を求めてPWMの制御指令信

号を出力し、これによってステアリング駆動モータ2の回転の速度を制御している。さらに、前記電源電圧検出手段4からの電圧値を入力し、この電圧値が所定値 V_0 以上となったときに、上記のPWMのスイッチングを停止し、現在の半導体スイッチ手段S2、S4のオン状態及びオフ状態を維持する。このとき、半導体スイッチ手段S1、S3はオフ状態が維持される。したがって、このPWMの制御を停止している間、ステアリング駆動モータ2の駆動電流の大きさはダイオードD2、D4のいずれか一方を流れるフライホイール電流によって現在の電流の大きさに略等しく保持される。

【0017】図2は本発明に係る制御器3の制御フローチャートの一例を示しており、同図に基づいて説明する。ステップ21で、制御器3は電源電圧検出手段4からバッテリー1の電圧値 V を入力する。図3には、バッテリー1の電圧値 V の時間的な変動の例、及び、これに対するPWMの制御停止指令のタイムチャートの例が示されている。図3に示すように、バッテリー1の電圧値 V は時間的に大きく変動するので、制御器3の所定周期時間毎にこの電圧値 V を入力して監視する。次に、ステップ22で、この電圧値 V が所定値 V_0 以上か否かを判断し、以上のときはステップ23に、そうでないときはステップ24に処理を移行する。なお、この所定値 V_0 の大きさは、半導体スイッチ手段S1～S4が所定のスイッチング時間でスイッチングした場合に、この半導体スイッチ手段S1～S4に許容される印加電圧の変化量(dV/dt)の最大値を超えるような電圧値として設定される。

【0018】そして、ステップ23では、印加電圧の変化量(dV/dt)がスイッチング素子に許容される所定の変化量よりも大きくなり危険と判断されるので、PWMの制御を停止し、半導体スイッチ手段S2、S4の現在のオン状態及びオフ状態を維持し、かつ、半導体スイッチ手段S1、S3のオフ状態を維持する。このPWM制御停止の間はダイオードD2又はダイオードD4を経由してフライホイール電流が流れるので、ステアリング駆動モータ2の駆動電流が保持される。図3に示すように、このときのPWM制御停止処理は、電圧値 V が所定値 V_0 以上の間継続して行われる。また、ステップ24においては、通常のPWMの制御を実行する。そして、ステップ23及びステップ24の後、ステップ21に戻って以上の処理を繰り返す。

【0019】以上説明したように、バッテリー1の電圧値を常時監視しており、この電圧値が許容される所定値 V_0 以上になったときには、印加電圧の変化量(dV/dt)が半導体スイッチ手段S1～S4に許容される所定の変化量以上に大きくなったと判断してPWM制御停止処理を行うようにしている。したがって、ブリッジ回路の所定の半導体スイッチ手段S2、S4等にこれを破損

するような大きな変化量(dV/dt)の電圧が印加されない。この結果、バッテリー1の電圧の上昇に伴う半導体スイッチ手段S1～S4の破損が防止され、電気式パワーステアリング制御装置の耐久性を向上することができる。さらに、スイッチング時間を長くすることなく半導体スイッチ手段S1～S4のスイッチングを制御できるので、半導体スイッチ手段S1～S4の発熱量が小さくなり、ブリッジ回路及び放熱装置の小型化が可能となる。よって、本電気式パワーステアリング制御装置自体の小型化を図ることができる。

【0020】なお、上記の実施形態では、電気式パワーステアリング制御装置について説明したが、本発明はこれに限定されず、電動モータを駆動するブリッジ回路を半導体スイッチ手段により構成し、この半導体スイッチ手段をPWM制御して電動モータを制御するモータ駆動ブリッジ回路制御装置についても適用可能となり、上記と同様の作用及び効果が得られる。また、上記では4つの半導体スイッチ手段(例えば、トランジスタ等)により構成されたブリッジ回路例を示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、ACサーボモータの3相印加電圧の制御を行う3相ブリッジ回路などのような6つの半導体スイッチ手段により構成されたブリッジ回路に対しても同様に実施可能である。また、制御器3がコンピュータ装置により構成されている例を示したが、これに限定せず、例えば、論理回路ICや演算増幅器(OPアンプ)等からなる制御回路により構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電気式パワーステアリング制御装置の構成図を示す。

【図2】本発明に係る制御器の制御フローチャート例を示す。

【図3】バッテリー電圧値の時間的な変動の例、及びこれに対するPWMの制御停止指令のタイムチャート例を示す。

【図4】従来技術に係る一般的なパワー回路の構成図を示す。

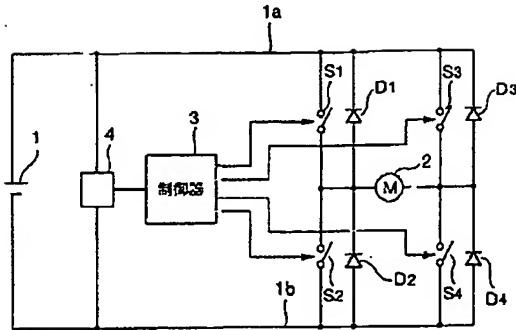
【図5】ステアリング駆動モータを右回転させる、ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段の駆動例を示す。

【図6】ステアリング駆動モータを左回転させる、ブリッジ回路の各半導体スイッチ手段の駆動例を示す。

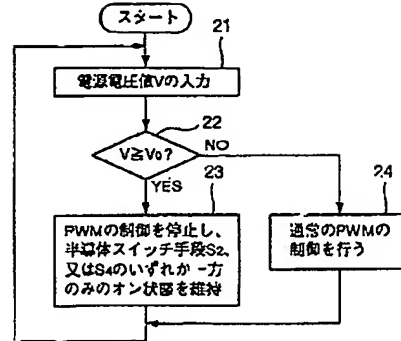
【符号の説明】

- 1 バッテリー
- 2 ステアリング駆動モータ
- 3 制御器
- 4 電源電圧検出手段
- S1～S4 半導体スイッチ手段
- D1～D4 ダイオード

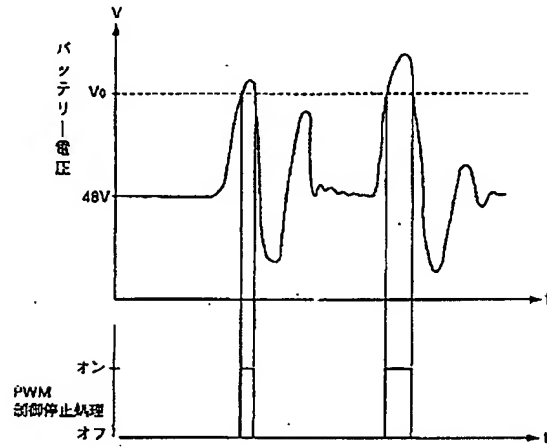
【図1】



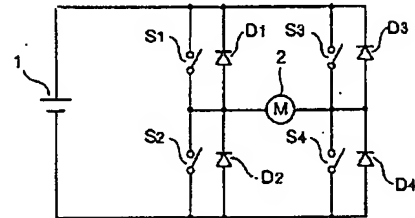
【図2】



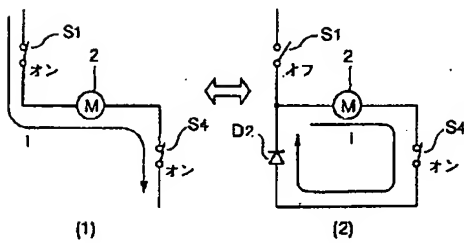
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

